

Pourquoi choisir une diffusion DVB-S horizontale (MVDDS) au lieu d'une diffusion DVB-T ?



Vincent Pirson, CTO ,B.A.S.E. Technologies
Jean-Claude Ducasse, CEO HyperCable



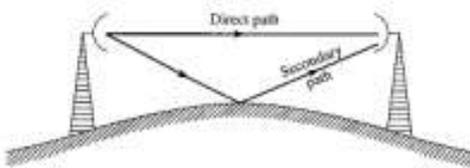
Avant-Propos

Le but de ce papier est de montrer que bien que les 2 techniques font partie du standard DVB.¹, une solution MVDDS en DVB-S/S2 présente de nombreux avantages technico-économiques par rapport à une solution DVB-T.

• Description

Le but est de transmettre au mieux le signal depuis l'antenne de diffusion vers l'antenne du terminal abonné.

Les liaisons peuvent être en ligne de vue ou non. Tant les liaisons ligne de vue (LOS)² que les non lignes de vue (NLOS) sont sujettes au multipath fading illustré sur la figure ci-dessous :



• Zone de Fresnel

Les ondes ne sont pas directives à 100% et « s'évasent » sur la liaison point à point. Cet évasement est maximal au milieu de la liaison et est donc à cet endroit le plus enclin aux obstacles par rapport à la hauteur de la liaison. Cette zone de susceptibilité aux interférences est représentée par la zone de Fresnel.

La 1^{ère} zone de Fresnel est définie de la façon suivante :

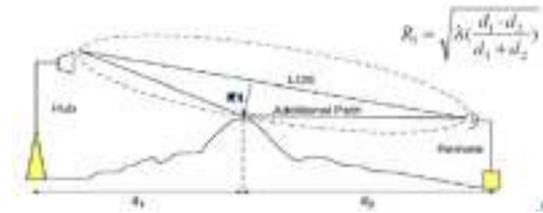
$$R_1 = \sqrt{\lambda \left(\frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2} \right)}$$

$$\text{Ou } R = 17.32(x(d-x)/fd)/1/2$$

Avec:

X = Obstacle position
D1,2 or d-x = distance between antennas (in Km) and obstacles
R= first Fresnel zone radius in meters
F : Frequency in GHz.

Il est de coutume de considérer que la zone de Fresnel doit être dégagée de 60% de tout obstacle pour éviter les chemins multiples provoquant une diffraction ou une atténuation par déphasage destructif. Ceci est illustré sur la figure ci-dessous :



L'important est de se rendre compte que cette zone augmente en fonction de la distance parcourue et surtout se rétrécit en augmentant la fréquence.

Dans le cas contraire, la transmission pourra se faire par diffraction et/ou réflexion comme montrée ci-dessous :



Il est à noter que NLOS³ comme dépeint ci-dessus, signifie que le Tx vise le signal vers un objet réfléchissant qui est dans la vue des deux antennes et que le Rx en reçoit le signal réfléti du building de droite ou diffracté par l'arête du building faisant obstruction.

Dans le cas de la TNT⁴, les fréquences sont en VHF⁵ et UHF⁶ (300-750 MHz) tandis que le

¹ DVB : Digital Video Broadcasting

² LOS : Line of Sight

³ NLOS : Non Line of Sight

⁴ TNT : Télévision Numérique Terrestre

⁵ VHF : Very High Frequency

MVDDS⁷ utilise les fréquences de 10,7 à 12,7 GHz. Autrement dit, à même hauteur de pylône, la susceptibilité aux obstacles rencontrés est réduite de façon significative.

- **Directivité d'antenne**

D'autre part, les antennes DVB-T VHF/UHF ne sont rien d'autres que des antennes rateaux-YAGI qui n'ont pas de sélection directionnelle aussi forte qu'une parabole ou une antenne planar.

En effet, si une antenne parabolique est tête bêche avec l'émetteur, elle ne capte rien. Elle est donc sélective naturellement et convient parfaitement à des applications fixes.

En cas de plusieurs émetteurs de couverture à la même fréquence (Réseau SFN)⁸, l'antenne Yagi sera perturbée si elle ne reçoit pas des signaux en phase des différents émetteurs. Il faut donc compenser les délais du backbone reliant les différents émetteurs, la propagation RF en tant que telles étant négligeable (< 5 microsec/Km) en insérant dans l'architecture un SFN adapter par transpondeur, ce qui augmente considérablement le coût d'installation.

Exemple d'antenne TNT :



Exemple d'antenne MVDDS :



« Square Inverted Offset Antenna »

Le gain d'antenne MVDDS est de 90 dB (30 db Gain passif et 60 dB Gain actif) pour un diamètre de 30 cm par rapport au gain de 18 dB pour une antenne Yagi TNT. Le bilan de liaison sera d'autant meilleur pour une puissance émise donnée.

⁶ UHF : Ultra High Frequency

⁷ MVDDS : Multichannel Video Distribution & Data Services.

⁸ SFN : Single Frequency Network

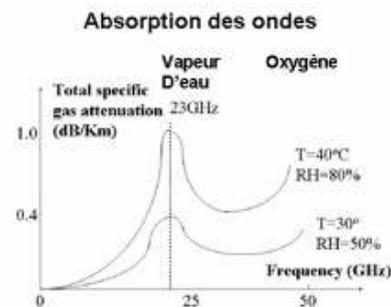
- **Absence de GPS⁹**

Pour la même raison évoquée ci-dessus, il n'est pas nécessaire de synchroniser tous les diffuseurs entre eux. En effet, chaque antenne pointe sur un et unique diffuseur sans subir d'interférence d'un autre diffuseur. Ceci réduit aussi les coûts de façon significative.

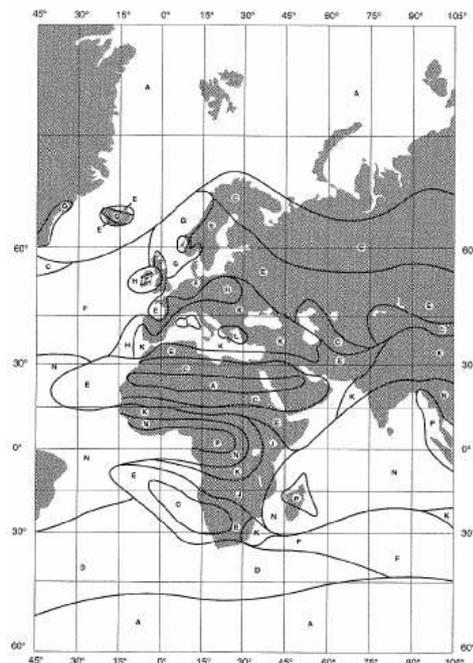
- **Effet de la pluie**

L'atténuation supplémentaire créée par les précipitations devient significative au-delà de 10 GHz et doit être tenue en compte lors du bilan de liaison (« Rain Fading »).

Les fréquences MVDDS y échappent majoritairement.



Force est de constater que les zones à forte précipitation sont proches de l'équateur comme illustré ci-dessous :



⁹ GPS: Global Positioning System

Les Zones P sont les zones de précipitation les plus fortes où l'on peut observer jusqu'à 250 mm/heure pendant 5 minutes par an.

- **Puissance**

L'EIRP¹⁰ est la puissance équivalente sphérique émise sans gain directionnel d'antenne. Elle est définie par le régulateur dans chaque pays afin d'éviter les pollutions électromagnétiques et fixe donc la puissance maximale de diffusion.

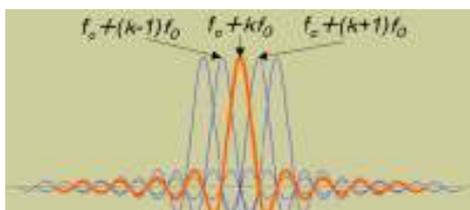
Le choix de la modulation COFDM¹¹ pour la TNT s'est imposé pour travailler à des fréquences propres aux canaux TV analogiques pour augmenter la capacité et la qualité (Coded : Correction d'erreurs) en réutilisant les antennes existantes.

En créant des multi porteuses à longue période symbolique, la réflexion d'un signal importe moins.

Le fait de travailler en MVDDS à des fréquences 10-15 fois plus élevées permet de se passer de cette modulation COFDM étant donnée que la zone de Fresnel est fortement réduite comme vu ci-dessus.

Malheureusement, une modulation COFDM multi porteuse 64QAM exige un S/N¹² supérieur (~35 dB) au lieu de 5-7 dB S/N pour DVB-S

La modulation COFDM est illustrée ci-dessous. L'orthogonalité fréquentielle est telle que le signal est maximum là où le signal voisin est zéro.



Un récepteur DVB-T COFDM 64 QAM doit disposer de signaux d'au moins -60 dBm pour fonctionner correctement si la liaison n'est pas à vue Optique. Il faut en effet que la puissance d'émission compense l'absorption des obstacles de l'ellipse de Fresnel qui est très grande en UHF et compenser les pertes des

obstacles à passer ... Une réception en DVBS/S2 peut se contenter de - 125 dBm.

Prenons un exemple : un émetteur DVB-T qui émet seulement 20 Mbits donc max 6 canaux TV pour porter à 100 km à vue et à 25 ou 50 KM en ligne non à vue aléatoire devra rayonner avant gain d'antenne au moins 10 a 50 kilowatts en Ultra linéaire donc un rendement de 10% soit une consommation de secteur ahurissante plus la climatisation !

Autrement dit une solution de DVB-S horizontale est de loin la plus respectueuse de l'environnement. En effet, 2 watts suffisent à diffuser sur la ville tel un GSM. Cette technologie est donc conforme au développement durable.

Conforme au Développement Durable
Compliant with Sustainable Development

Elle permet l'usage de l'énergie solaire fort appréciée dans les pays chauds, des déploiements rapides , et un retour sur investissement plus rapide.

- **Largeur de bande**

Contrairement à la TNT, les fréquences MVDDS représentent jusqu'à 2 GHz de bande passante cellulaire au lieu de 400-500 MHz pour la TNT sur DVB-T. Soit plus d'un Gbps par secteur en APSK¹³ (efficacité spectrale en DVBS : 3/4 ou plus en DVB-S2 : 5/2)

- **Bruit thermique**

Le bruit thermique est plus important en UHF qu'en bande Ku (11 GHz) ; Ce n'est pas pour rien si les liaisons satellites de 40.000km ne sont pas en VHF COFDM...

La fréquence MVDDS KU est de 11,7 à 12,5 GHz au niveau mondial et n'interfère en rien avec les réceptions verticales satellitaires.

¹⁰ EIRP: Equivalent isotropically radiated power

¹¹ COFDM :Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing

¹² S/N : Rapport Signal/Bruit

¹³ APSK : Adaptive Phase Shift Keying

- **Systeme MVDDS**



Un système MVDDS est composé d'un châssis à multiples modulateurs (40 MHz), d'un ODU¹⁴ pour la conversion de fréquence, d'une antenne omnidirectionnelle (ou sectorielle) et d'antennes abonnés.

- **Matériel de réemploi**

Etant donné qu'il s'agit d'une diffusion satellite horizontale, tous les terminaux utilisés pour le satellite (Bande C, Ku) sont réutilisables en utilisant une antenne et LNB¹⁵ adaptés aux fréquences MVDDS au travers d'une connexion câble à fréquence intermédiaire Bande L (950-2150 MHz).

Dès lors, d'un point de vue stratégique d'une part, le facteur d'échelle des produits satellite est applicable aux applications MVDDS ; d'autre part, il est facile de faire migrer un client satellite vers du MVDDS sans changer ses habitudes. On ne touche rien à l'intérieur de la maison.

- **Gap-filler (« Bouche-Trou »)**

Il est possible de ré amplifier et rediriger les signaux MVDDS directement par un gap filler transparent dans les zones d'ombre de la diffusion. Il est possible d'utiliser des gap fillers de différents types (passifs, actifs, avec changement de polarité ou de fréquences).

- **Conclusions**

Tout ceci rend la solution MVDDS la plus compétitive du marché en garantissant des performances de propagation supérieures et un retour d'investissement plus rapide en diminuant la puissance, le nombre de pylônes de diffusion et le coût du kit abonné.

¹⁴ ODU : OutDoor Unit

¹⁵ LNB : Low Noise Block (Converter)